

Läkning av sockerbetor i fält efter frost

– En fallstudie på Hviderup 2016

Healing of sugar beets in field after frost

– A case study at Hviderup 2016

Anders Mårtensson



Läkning av sockerbetor i fält efter frost – En fallstudie på Hviderup 2016

Healing of sugar beets in field after frost – A case study at Hviderup 2016

Anders Mårtensson

Handledare: Sven-Erik Svensson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Btr handledare: Joakim Ekelöf, Nordic Beet Research Foundation, Borgeby

Examinator: Helene Larsson Jönsson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 10 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G1E

Kurstitel: Examensarbete för lantmästarprogrammet inom lantbruksvetenskap

Kurskod: EX0619

Program/utbildning: Lantmästare - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2017

Omslagsbild: Anders Mårtensson

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Sockerbetor, lagring, frost, upptagning, läkning, sugar beet, storage, harvest, heal



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och teknologi

FÖRORD

Lantmästare - kandidatprogram är en 3-årig universitetsutbildning vilken omfattar 180 högskolepoäng (hp). Inom programmet är det möjligt att ta ut två examina, en lantmästarexamen 120 hp och en kandidatexamen 180 hp. En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Detta arbete är utfört under programmets andra år och arbetsinsatsen har motsvarat minst 6,5 veckors heltidsstudier (10 hp).

Mitt intresse för sockerbetor sträcker sig tillbaka sedan barnsben då jag är uppvuxen på en gård med betodling. Det kändes därför som ett självklart val att genomföra en studie om betor, dels för att fördjupa mina egna kunskaper i ämnet, men också för att göra något som branschen i framtiden kan dra nytta av.

Idén till studien kom från Joakim Ekelöf, Nordic Beet Research Foundation (NBR) när vi träffades på ett event i Alnarp hösten 2016. Joakim hade arbetat med lagringsförsök och efter rådande väderomständigheter hösten 2016 skulle NBR starta ett projekt rörande läkningsprocessen i sockerbetan. Joakim har även varit biträdande handledare för mitt examensarbete.

Partnerskap Alnarp (PA-projekt 1033) och Nordic Sugar AB har bidragit med finansiella medel vilket gjort examensarbetet möjligt.

Ett varmt tack riktas till Joakim Ekelöf för ovärderlig kunskap och hjälp som har legat till grund för hela arbetet. Ett tack riktas även till övrig personal på NBR för deras råd och hjälpsamhet. Hviderup Gods som har upplåtit betodling och fältdata till studien, vilket jag även tackar dem för.

Handledare har Sven-Erik Svensson varit, han har kommit med goda idéer och synpunkter under arbetets gång, för detta får han ett stort tack.

Examinator har Helene Larsson Jönsson, SLU, Intuitionen för biosystem och teknologi varit.

Alnarp maj 2017

Anders Mårtensson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	3
ABSTRACT	5
INLEDNING	7
BAKGRUND	7
MÅL	7
SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING	8
AVGRÄNSNING	8
LITTERATURSTUDIE	9
LAGRING	9
SOCKERBETAN OCH FROST	9
MATERIAL OCH METOD	13
FÖRSÖKSUPPLÄGG	13
PROVTAGNING OCH ANALYSER	14
<i>Praktisk provtagning</i>	14
<i>Lagringsförluster</i>	14
<i>Statistisk analys</i>	14
RESULTAT	16
<i>Sockerhaltens utveckling</i>	16
<i>Renhet</i>	18
<i>Lagring</i>	19
<i>Ekonomi</i>	20
DISKUSSION	21
<i>Sockerhalt</i>	21
<i>Renhetens utveckling</i>	22
<i>Lagring</i>	22
RESULTATENS SÄKERHET	23
FRAMTIDA STUDIER	24
SLUTSATS	24
REFERENSER	25
SKRIFTLIGA	25
INTERNET	26
BILAGA 1	27
BILAGA 2	29

SAMMANFATTNING

Sockerbetsodlingen i Sverige utsätts för stora prövningar på grund av det hårda vinterklimatet som kan råda i de norra delarna i Europa. Alla betor från ca 35 000 hektar processas på sockerbruket i Örtofta, vilket är beläget i mellersta delarna av Skåne. Detta medför en lång kampanj som kan sträcka sig in i februari månad när vintern är som kallast. Sockerbetan är frostkänslig och fryser vid -2°C till -4°C , under dessa temperaturer försvåras processen i sockerbruket på grund av att sackarosen i betan bryts ner till de enkla sockerarterna glukos och fruktos, så kallat invertsocker.

Under första hälften av november 2016 var en fjärdedel av betarealen oskördad, då kom frost som höll i sig i en vecka med temperaturer ner mot -10°C . Informationen var bristfällig beträffande hur odlare skulle hantera situationen då forskningen inom detta område är begränsad. I Europa hävdas generellt att sockerbetorna ska sköras direkt efter frost innan de hinner tina för att bli levererade till sockerbruken. Alltmedan det i Nordamerika sägs att betorna ska få chans att läka innan de sköras.

Detta examensarbete har gått ut på att undersöka om sockerbetor i ett fält kan läka under de omständigheter som rådde under november och december 2016. Sockerbetorna skördades vid sex olika tillfällen, hälften av dem lagrades medan övriga direkt levererades till Örtofta sockerbruk för analys. De lagrade betorna förvarades i provlådor i en maskinhall för att sedan analyseras strax innan sockerbruket stängde. De graderades då okulärt innan de skickades för analys.

Resultatet i min studie visar att sockerbetan har en tendens att läka efter den första frostknappen, dock inte med signifikans. Samma tendens syntes på de betor som lagrats. Resultaten visar att den andra frostknappen som kom i slutet på november gav signifikant påverkan på betornas sockerhalt och lagringsduglighet. Sockerhalten sjönk signifikant under försöksperioden i både de direktlevererade och lagrade leden. Mest sjönk sockerhalten i de lagrade ledens två sista skördar, detta trots att de utsattes för färre daggrader. Ett viktigt resultat från studien är att renheten på detta fält (23 % Ler) varierar mycket efter väderomständigheterna. På knappt två veckor (18/11 – 1/12) med bra väder så ökade renheten från 80 till 90 %. Det ekonomiska utfallet visade på att det vid alla omständigheter är mer lönsamt att skörda betorna innan frost än att låta dem stå oskördade. Om odlaren har betor kvar i marken och det inte varit frost en längre period som har orsakat för stora skador på betorna så kan de läka i fält, men de bör tas upp innan nästa frost.

Sockerbetan klarar sig relativt bra vid första frostknappen om blasten är frisk då den ger en isolerande effekt. Vid den andra frostknappen var blasten död, vilket sannolikt spelade stor roll då skadorna blev betydligt större på betorna. Nackhöjden på betan spelar också stor roll, då lågvuxna betor inte har lika stor yta som exponeras för den kalla luften och skadorna var således mindre i dessa. Gården som försöken var placerade på gjorde rätt i att plocka upp sina betor innan första frosten och undvek en förlust med 1 000–3 900 kr per hektar som det hade inneburit att utsätta betorna för en alternativt två frostknappar.

Examensarbetet har med hjälp av egna försök och litteraturstudier kommit fram till följande slutsatser:

- Det finns tendenser till att en sockerbeta utsatt för frost kan läka, dock krävs vidare studier för att kunna styrka detta samband.
- Vid frost påverkas sockerhalten i betan negativt.
- Även en frostskadad beta går att lagra med goda resultat, om den lagras torrt och svalt.
- En sockerbeta som lagras under fördelaktiga förhållanden har liknande tendenser vad gäller läkningen som en oskördad sockerbeta.
- Under rådande omständigheter var det ekonomiskt mest lönsamt för odlaren att plocka upp betorna före frostangrepp.
- Det finns tendenser ($p < 0,083$) till ökade svampangrepp vid lång lagring i denna studie.
- Upptagningsförhållanden spelar stor roll på renheten och på tyngre jordar kan skillnader på 10 procentenheter i renhet skilja på knappt två veckor vid olika väderlekar.

ABSTRACT

The sugar beet cultivation in Sweden is exposed to a tough climate. All sugar beets from an area of 35 000 hectares are processed in the same factory which is placed in the middle of Skåne, in the very south of Sweden. Due to this, the delivery period of sugar beets to the factory is very long, some years lasting from September to February. This far north in Europe the low temperatures during winter creates a challenging environment for the sugar beet. A sugar beet has its freezing point between -2 and -4°C, when the beet freezes the sugar content is altered, causing problems with the sugar production in the factory.

Most of the sugar beets are harvested before the temperature reaches a point of 0°C or lower, but around 25 percent of the sugar beets in the area were still not harvested when a frost came with temperatures down to -10°C in early November of 2016. There is not much research done on sugar beet harvest during these circumstances, and therefore not much information was available for the farmers on how to manage the situation. In Europe, the farmers are advised to harvest and deliver the frozen sugar beets before they are thawing, while the general advice in north America is for the farmers to wait a few days to give the beet a chance to heal in the soil before harvest. The purpose of this study is to investigate if sugar beets can heal after being exposed to temperatures below freezing point, considering the circumstances present at the harvesting period of 2016. Sugar beets were harvested six times and each time, half of the beets was delivered directly to the factory and the other half was stored in a non-temperate storage facility. The temperature of the stored samples were checked right before delivery to a sampling facility placed at Örtofta sugar factory. The sugar beets were later analyzed based on sugar, dry matter, invert sugar, sodium, calcium, and amino-N content.

There were some indications that a sugar beet could heal in the soil after being exposed to the first period of frost, but in order to statistically confirm this trend further studies are needed. After the second period of frost, the sugar beets showed no signs of recovering. The results showed that the sugar content significantly decreased during the study period in the sugar beets, regardless if they were sent directly to the factory or stored in a non-temperate storage facility. The stored samples from the last two harvests decreased in sugar content even though they had least day level degrees. One of the main findings in this study were the difference in the level of purity between sugar beets that derived from the same field (23% loam), after two weeks of dry weather conditions the purity in the sugar beet samples increased from 80% to 90%. The economic calculations showed that it was always more profitable for the farmer to harvest the sugar beets before frost.

The sugar beets are not affected to a great extent by the first period of frost if the beet tops are in good shape, as the beet tops provide insulation to the sugar beet. During the second period of frost, the beet tops were no longer viable, which is a probable cause of the increase in damage to the sugar beets at that period of time. Furthermore, the results showed that the height of the beet root over the soil surface had an impact on the severity of the damages caused by frost, as sugar beets with less surface area above soil were more also less exposed to the cold temperatures. By harvesting the sugar beets before the first frost, the farm on which the field trials were performed avoided a loss between approximately 1 000-3 900 SEK/hectare.

The following conclusions have been made based on the results of the field study and literature research:

- There are indications of sugar beets being able to heal after being exposed to frost, but further studies are needed to validate these findings
- Frost has a significant affected to the sugar content in sugar beets
- Sugar beets damaged by frost can be stored with good results if stored dry and cold
- A sugar beet that has been stored under favorable conditions have the same possibilities to heal, as a sugar beet that is still in the soil
- In this study, it was most profitable for the farmer to harvest the sugar beets before the temperature reaches a point of 0 °C or lower
- There is a tendency of increased occurrence of mold in stored sugar beets that were harvested early ($p < 0,083$)
- The climatic conditions during harvest has a big impact on the purity of the sugar beet yield, only two weeks of dry weather increased the purity by 10 %

INLEDNING

Bakgrund

Odlingen av sockerbetor i Sverige uppgår till ca 35 000 hektar och det finns numera endast ett sockerbruk (Örtofta) kvar i landet som ska ta hand om alla de betor som odlas. Detta medför en lång betkampanj som sträcker sig från september till i längsta fall början av februari. Med vårt nordiska klimat ställer detta krav på lång lagring men även att plocka upp lagringsbetorna under bästa möjliga förhållanden. Sockerbetan har en lång växtperiod och hösttillväxten är en viktig del i att nå en hög sockerskörd. Detta bidrar till att många väntar in i november och december innan betorna plockas upp inför lagring. Frost och stora nederbörds mängder är risker odlare får leva med i november och december, men hur ska förhållningen till detta vara? Ska betorna låtas stå kvar i fält för att dra nytta av eventuell sen tillväxt och kortare lagringstider eller plockas upp tidigare under goda förhållanden för att lagra rena och torra betor, men missa tillväxt? Vilken jordart har den berörda odlaren? Är det på en lättare jord så finns det helt andra möjligheter att skörda sent än vad det finns på tunga lerjordar. Även det geografiska läget spelar in, om det t.ex. är kustklimat eller mer inlandsklimat. Kunskapen kring dessa frågeställningar är begränsade då det är få sockerbetsproducerande länder i världen som odlar på så nordliga breddgrader.

Under hösten 2016 så var det länge bra upptagningsförhållande och många väntade med att plocka upp sina lagringsbetor. I första halvan av november slog sedan vädret om och det blev omkring 10 grader kallt, vilket drabbade många betfält hårt. Vid den tidpunkten stod mer än en fjärdedel av arealen kvar i marken. Olika odlingsområden drabbades olika hårt, även närliggande fält inom samma område drabbades olika. Detta medförde en hel del svåra beslut, skulle man chansa på att låta betorna stå kvar i marken, så att det fick chans att läka ut sina skador? Hur länge skulle betorna behöva stå kvar för att sedan klara lagring? Risken för ytterligare frost och nederbörd, hur mycket påverkar detta? Flera av ovanstående frågeställningar saknade svar, vilket resulterade i ett försök. Försöket startades upp efter första köldperioden i början av november, då det fanns en osäkerhet för odlarna hur de skulle agera. Vad blir konsekvenserna för lagringen av att låta betorna stå kvar i marken och hur mycket mer tål de innan de blir obrukbara för sockerbruket?

Mål

Arbetets målsättning är att stärka kunskapen och rådgivningen kring betor som frostskaadas i fält. Detta för att minimera sockerförlusterna och det ekonomiska bortfallet inom sockerindustrin.

Syfte och frågeställning

Huvudsyftet var att studera vad som händer med betor som i fält utsatts för frost. Kan en sockerbeta läka ut sina skador och vad är det egentligen som påverkas med betan och hur lång tid tar det? När ska en beta som har utsatts för frost plockas upp och går det att lagra en beta som har varit frusen och i så fall hur länge? Detta är frågor som har berört många odlare genom åren och som vi nu ska försöka komma lite närmre ett svar på.

Avgränsning

Arbetet är begränsat till en försöksplats (Hviderup) med allt vad det innebär. Ett försök av denna karaktär kan omöjligen planeras långt i förväg, utan det var rådande väderbetingelser som skapade tanken och idén om försöket. Det är endast sorten Orlena från KWS som resultaten grundar sig på och de odlingsförhållanden som rådde på platsen. Andra etableringsmetoder som eventuellt skulle kunna ge andra resultat vad gäller uppkomst och planttäthet etc. utelämnas. Rotskörden har inte uppmätts i detta försök och detta beror huvudsakligen på att linjen som hanterar försöksprover i provtvätten på sockerbruket var stängd, men också på grund av att skörden inte förväntas öka efter den 15 november enligt tidigare studier (Olsson, 2010). Pristillägg för sen leverans kommer ej tas med i de ekonomiska beräkningarna.

LITTERATURSTUDIE

Lagring

Utvecklingen kring lagring av betorna har blivit en stor fråga sedan reformen på sockermarknaden 2006, när många europeiska sockerbruk lades ner. Detta tillsammans med en rationalisering av sockerbruken har bidragit till att vi idag endast har ett sockerbruk kvar i landet som ska hantera alla sockerbetor vi idag odlar i Sverige. Detta har medfört en lång kampanjtid som i sig har inneburit lagringstider på drygt två månader innan leveransen av sockerbetorna sker till bruket.

Att lagringen i nordiska förhållanden kan vara ett riskfyllt och kostsamt moment i betodlingen är det många odlare som kan intyga. Detta kompenseras med ett pristillägg på betor som är levererade efter den 1 december och sedan i stegrande skala ökar till dess att kampanjen avslutas. Detta pristillägg ska kompensera minskad sockerhalt samt kostnaden för att hantera betorna under en längre tid med täckning av stukorna som ett exempel.

Lagring av betor kan ske på olika sätt men målsättningen är ändå densamma och det är att minimera sockerförlusterna från betorna under den tid som de är lagrade. Sockerförlusterna hos en nyupptagen beta ligger på ca 0,4 % per dygn som högst och under lagringens gång ned till 0,05 % per dygn vid ideala förhållanden. En acceptabel sockerförlust vid lagring är 0,1 % per dygn, men för att lyckas med detta så ställs stora krav på att betorna är torra, hela och friska när de plockas upp samt att lagringen lyckas (Olsson, 2011). Liknande resultat presenterades redan under 1960 och 1970 (Oldfield et al, 1980) och har senare blivit bekräftade flera gånger (Huijbregts et al, 2013). Att förlusterna är som störst precis efter upptagningen beror på att betorna försöker läka sårskador och rotspetsbrott som har uppstått vid upptagningen. De senare förlusterna beror på respirationen under lagringen där även lagringstemperaturen spelar stor roll. En optimal lagringstemperatur är 2 till 8 °C (Huijbregts et al, 2013). Upp till hälften eller två tredjedelar av allt socker som betan förlorar under lagringsperioden är under de första 40 dagarna (Harveson et al, 2009).

Sockerbetans ytfukt och dess påverkan på lagringen har visat sig ha väldigt stor betydelse. Tidigare försök har visat att en blöt beta som under lagringen utsätts för frost har en signifikant lägre sockerhalt efter att ha varit lagrad en tid jämfört med en torr beta. Det fanns också en signifikant skillnad i sockerförlusterna redan vid -1 °C och förlusterna ökade sedan desto kallare det blev. Det visade sig att en torr beta som utsätts för samma temperaturbehandling som en blöt, mellan +8 °C och ned till -1 °C ej har några signifikanta skillnader i sockerförluster. Att skador på betorna spelar en betydande roll för sockerförlusterna var även en slutsats som presenterats i andra försök (Skyggeson, 2016).

Sockerbetan och frost

Betorna efter skörd frostskyddas på olika sätt men gemensamt för betorna är att de tappar i socker oavsett om det är kallt eller inte. Både värme och kyla utgör alltså ett hot mot den lagrade sockerbetan. Ett alternativ till stuklagring är att lagra betorna i marken istället. Kvar i

marken så påverkas de inte i lika stor grad av värme och kyla på grund av jordens temperatur buffrande förmåga. Vid varmare väder kan det dessutom gynna tillväxten att ha kvar betorna i marken. Dock finns en stor risk om det kommer frost eller mycket nederbörd då betorna kan ta skada. Jorden är väldigt bra på att hålla sin temperatur på en jämn nivå och sänks långsamt vilket innebär att stora temperaturskillnader i luften endast får en liten påverkan på jordtemperaturen (Larsson, 2008). Vad gäller jordens värmebuffrande förmåga så spelar jordarten stor roll om det är en varm eller kall jord (Milford et al, 2002).

En sockerbeta fryser vid -2 till -4 °C och när den fryser så ändras sammansättningen av sockerarter i betan. Det som händer med sockerarterna är att önskvärda mängden sackaros minskar samtidigt som oönskade sockerarter som dextran, raffinös, invertsocker (glukos och fruktos) bildas. När detta sker så försvåras uppskattningen av sockerhalten i betorna och dextranet som har en gummiartad egenskap sätter igen filtreringen på sockerbruken vilket orsakar stora driftsproblem vid raffinering i fabrik (Olsson & Olsson, 2007). Vid problem på grund av frost så tillsätts dextranas eller utfällt kalciumkarbonat vilket ökar driftskostnaderna drastiskt. Att tillsätta dextranas kostade år 2009, 0,40 € per ton betor (Struijs et al, 2009).

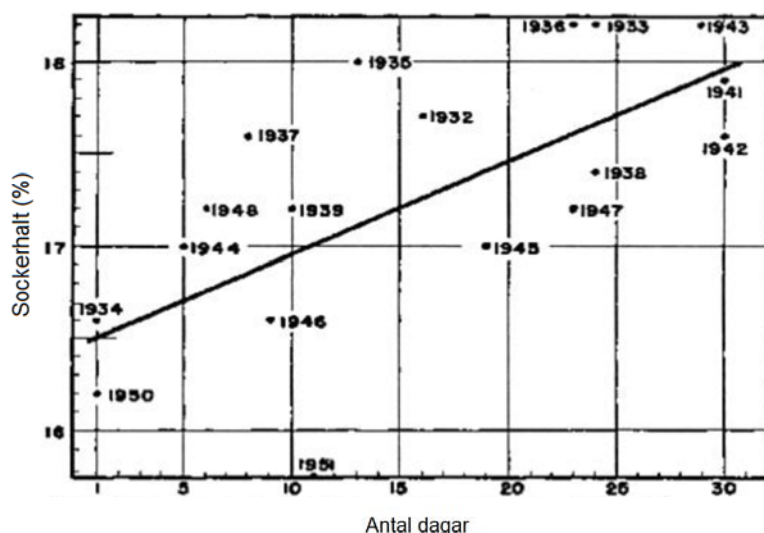
I försök från England (Milford et al, 2002) så har det visat sig att endast fem centimeter ner i jorden kan skillnaden mot lufttemperaturen ovan jord vara hela 14 °C under en natt. I försöket placerades även temperaturloggrar i betorna för att mäta utvecklingen i nacken samt i roten. Lufttemperaturen en natt var nere i -14 °C samtidigt som jordtemperaturen ej gick under noll. I roten under jorden gick temperaturen ned till -2 till -3 °C på natten och i nacken på betan ovan jord så sjönk temperaturen till mellan -3 och -7 °C. Det visade sig i studien att betnackan och roten frös vid olika temperaturer vilken primärt beror på isoleringen från jorden till roten och inte den fysiologiska uppbyggnaden av vävnadskoncentrationen. Hur länge betorna kan stå kvar i marken innan de skadas undersöktes också i studien. Det arbetades fram en frostkarta som kan vara till stöd, se figur 1. De utgick från England där en frostknäpp i sena hösten/tidiga vintern sällan varar mer än fyra-fem dagar. De kom fram till att fyra dagar med -2 °C inte skadar betorna medans fyra dagar med -4 °C skadar nackarna och fyra dagar med -6 °C skadar betorna omfattande (Milford et al, 2002).

[illegible]

Figur 1. Frostens påverkan vid olika temperaturer och dagar på roten och nacken. Omarbetad efter Milford et al.2002.

Sockerhaltens påverkan på fryspunkten finns också dokumenterad i studier som gjordes redan på mitten av 1900-talet (PETO, 1952). Antalet dagar med frosttemperatur innan skadorna på betorna blev så stora att de blev oanvändbara korrelerades med sockerhalten och hur kallt det hade varit, se figur 2. I samma studie så gick det även att se att sockerhalten sjunker med i snitt 0,21 % efter fem dagar efter frosten har varit och 0,27 % tio dagar efter. Det fanns dock

en variation mellan åren (n=15) som studien gjordes, variationen låg mellan -0,7 % till +0,5 % (PETO, 1952).



Figur 2. Antalet dagar innan betorna är förstörda på grund av frost och sockerhalten i betan vid 26°C (-3,3 °C) eller lägre mellan åren 1932–1951. Källa: (PETO, 1952).

Om betorna skördas för att lagras i stuka så krävs som tidigare nämnt att betorna ska plockas upp under så bra förhållande som möjligt. Bra förhållande är att betorna ska vara förhållandevis torra, efter regn så är betan vattenspänd och väldigt skör vilket kan leda till sprickbildningar som blir inkörsportar för svampangrepp som i sin tur sänker sockerhalten under lagringen (Olsson, 2010). Det ställs höga krav på upptagaren att den ska behandla betorna skonsamt för att minimera ytskadorna, rotspetsbrotten samt att nackningen av betan inte ska vara för hård, se tabell 1 (Rydén & Olsson, 2007), som även konstaterats i holländska studier (Hujibregts, 2008).

Tabell 1. Skadegrad på upptagna betor vid tre olika upptagningstillfällen samt vad lagringen kostade i sockerförlust % per dygn. Omarbetad efter Rydén & Olsson, 2007.

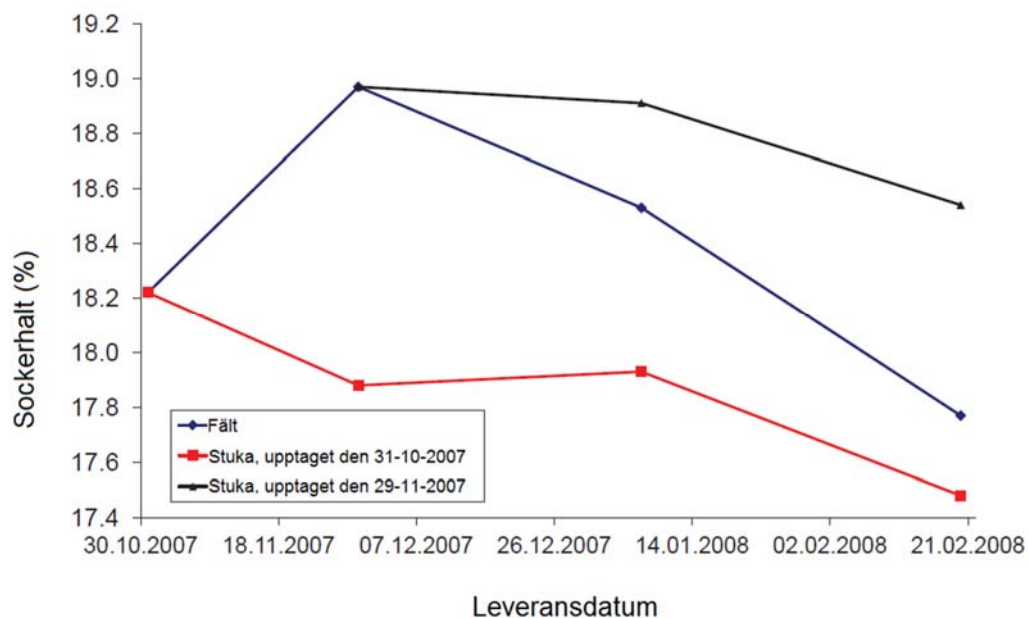
Upptagningstidpunkt	1 nov	29 nov	11 dec
Lagringstid dygn	70	42	30
Kvalitetsparametrar			
Spruckna betor (%)	26*	66*	38*
Ytskador (cm ²)	5,6*	5,0*	6,0*
Medeldiameter rotspetsbrott (cm)	3,68	4,00*	3,72
Nackning (% godkända)	91,9	81,8*	90,8
Lagringsförlust, % socker per dygn	0,36	0,28	0,11

*statistisk säkerställd skillnad

Hur odlare ska agera om läget blir som så att de står med frusna betor i marken är en kluven fråga. Det sägs att betor till viss del kan läka om temperaturen går upp till plusgrader. Detta

råd tillämpas i Nord Amerika där betan får chansen att läka några dagar innan de blir upptagna och lagrade i stuka. I Europa är det generella rådet att betorna ska plockas upp och bli direktlevererade innan de hinner tina. Tinar de upp startar läkningsprocessen vilket ändrar sockerarternas sammansättning och respirationen börjar. En upptagen beta har mycket sämre förutsättningar att läka ut sina skador än en som står i marken. Detta kan få stora konsekvenser vid lagring i stuka då andningen kan starta svamptillväxt i stora delar av stukan på annars friska betor (Draycott, 2006).

I ett försök i Nederländerna under betkampanjen 2007–2008 jämfördes skörd och kvalitet i betor som hade blivit utsatta för frost under en kortare period med mellan -3 till -9°C och betor som blev skördade innan frosten för att sedan lagras. Betorna som hade blivit utsatta för frost visade inga större tecken på skador vid upptagningen men det fanns ändå en signifikant skillnad i sockerförlust som kan ses i figur 3 (Huijbregts, 2009).



Figur 3. Skillnaden i sockerhalt med betor från fält och stuka. LSD (5%): fält 0,40% och stuka 0,20%. Omarbetad efter Huijbregts, *Vorstbescherming en bewaring*, 2009.

MATERIAL OCH METOD

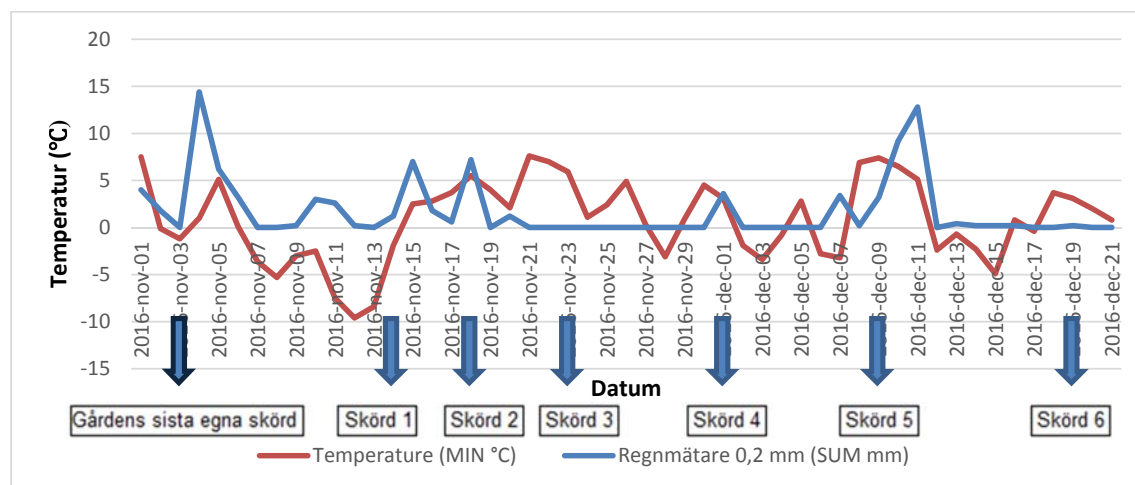
Försöket genomfördes på Hviderup Gods söder om Eslöv, Skåne län. Gården är en av fem svenska gårdar som deltar i 5T projektet som leds av Nordic Beet Research. Målsättningen med 5T projektet är att till år 2020 höja skördarna till 20 ton socker per hektar. Fältet som försöket har utförts på har dokumenterats under hela odlingsäsongen och det finns mycket fältdata att tillgå.

Fältet har skördats vid ett flertal tidpunkter av NBR från juni månad fram till mitten av september. Gården skördade sina sista betor den 3 november men upplät en ruta till försöket. I rutan har vi med Hushållningssällskapets försöksupptagare plockat upp betor vid totalt sex tillfällen. Fältet bestod av flera olika betsorter men till största delen av Orlena KWS som även odlades i denna försöksruta som resultaten i denna rapport grundar sig i.

Försöksupplägg

Försöket lades upp som ett strimförsök med tolv led med två upprepningar. Leden bestod av sex skördetillfällen och två lagringsbetingelser per skördetillfälle. Försöksrutan har skördats den 14/11, 18/11, 23/11, 1/12, 9/12 och 19/12. Till detta har vi även använt viss del data från den 3/11 när gårdens sista egna betor plockades upp och blev direktlevererade till Örtofta.

Vid våra upptagningar med Hushållningssällskapets tvåradiga försöksupptagare med rörliga plogar så har vi tagit upp två strimor á 50 m. Betorna lades på marken och därefter samlades 20 betor av samma storlek och utan yttre upptagningsskador i varje låda. Betorna nackades manuellt med handkraft för bättre precision för att minimera spillförlusterna. Av de tolv lådor som samlades in vid varje upptagningstillfälle har sex av lådorna åkt direkt till provtvätten vid Örtofta sockerbruk för provtagning. De andra sex lådorna har ställts för lagring i en maskinhall i Borgeby där även temperaturloggar har blivit placerade för att följa utvecklingen i lådorna samt fuktigheten.



Figur 4. Diagram över nederbörd och temperatur samt pilar som visar de olika skördetillfällena samt gårdens sista skördedatum som är det första tillfället.

Provtagning och analyser

Praktisk provtagning

Alla lådor taggades med RFID (Radio-frequency identification) och de lådor som skulle lagras vägdes innan de blev inställda för lagring. De lagrade betorna plockades fram ur lagret den 3/1–2017 innan fabriken stängde den 9/1–2017. Innan betorna skickades för analys graderas de okulärt, både utvändigt och invändigt. Slumpvis valdes 10 utav de 20 betor som fanns i lådan ut, och graderades efter svamptillväxt, frostskada, röta i nacken (bor brist) samt vilken färg som snittytan på betan hade. Detta gjordes individuellt på varje beta med en skala där svamptillväxt graderades med 0–10 där 0 visade inget alls och 10 visade 100 procents påverkan. Frostskada, ytans färg samt bor brist graderades med en skala 0–5 där 0 var ingen förekomst och 5 var svårt angripen/skadad. Varje låda vägdes också för att räkna ut hur mycket vatten som hade förlorats under lagringen. Dagen efter transporterades betorna till provtvätten i Örtofta där en analys genomfördes som gav svar på polsocker, TS-halt, invertsocker, natrium, kalium och blåtal.

Lagringsförluster

För att beräkna sockerförlusten har de direktlevererade proven ($n=6$) den 14/11–2016 använts som referenspunkt. Sockerförlusten under lagring har beräknats genom att multiplicerat lådans vikt med sockerhalten. Ingen hänsyn har tagits till renheten som var satt till den samma som referensvärdena. Då sockerhalten endast går att mäta en gång på ett prov användes referenslådornas sockerhalt för att beräkna initial sockerskörd. Då viktörlusterna under lagringen var mycket låga blir lagringsförlusterna ett indirekt mått på sockerhaltens minskning.

Statistisk analys

All statistisk bearbetning har utförts med SAS 9.2. Signifikansnivån 5 % har använts om inget annat anges i tabellerna. Envägs variansanalys (ANOVA) med Fishers LSD. Det direktlevererade ledet den 14/11 användes som referenspunkt för att beräkna sockerförluster för övriga prover.



Figur 5. Upptagning den 19/12-2016. Foto Anders Mårtensson.



Figur 6. En av de mest frostskadade betorna under graderingen. Foto: Anders Mårtensson.

RESULTAT

Sockerhaltens utveckling

Sockerhalten i fältet var som högst strax innan första frostknappen i början på november. Gården plockade upp sina sista betor den 3/11–16 och vid denna tidpunkt bör sockerhalten varit nära det maximala som fältet nådde upp till under odlingsåret. De sista direktlevererade betorna från fältet höll i snitt 18,9 % (n=9) därefter kom det frost och sockerhalten sjönk ned till 18,4 % (tabell 2). Efter detta så steg det lite igen tills nästa frostknap, men nådde aldrig upp till samma nivå som skörden den 3/11. Den andra frostknappen som kom var dock förödande för betorna och de repade sig inte igen.

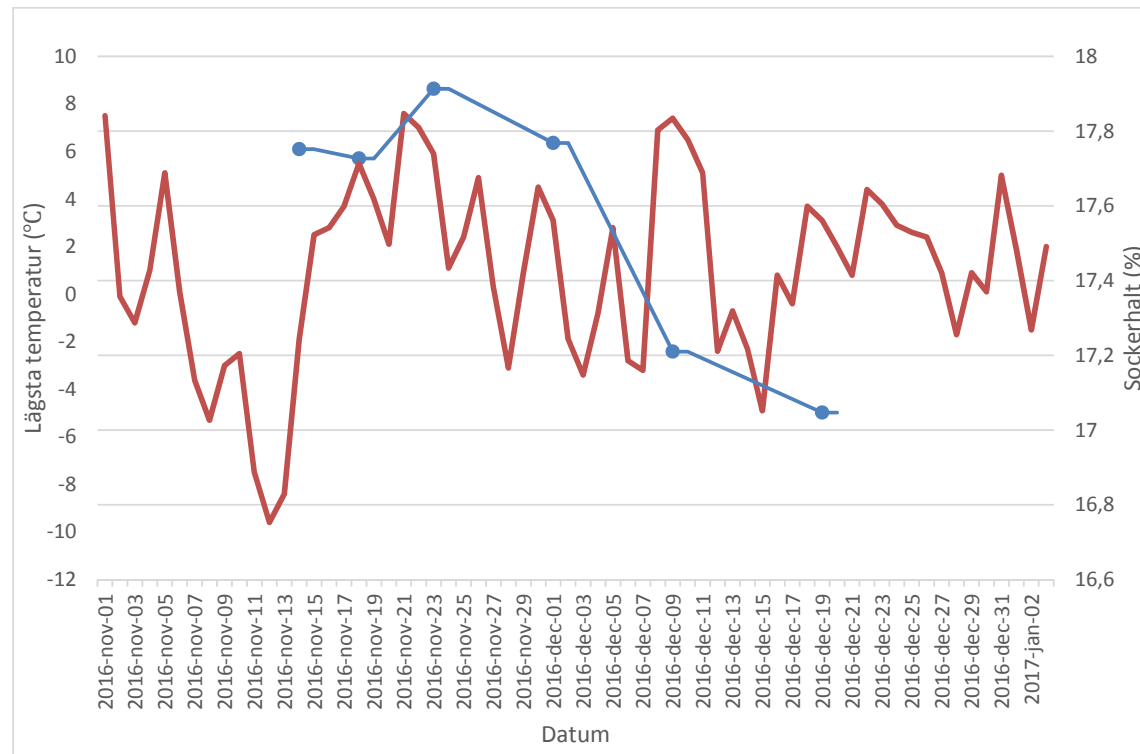
Tillväxten i fält efter den 10 november är under normala sydsvenska förhållanden inte särskilt stor, det vet vi då vädret inte är det bästa ur växtsynpunkt och detta gör att tillväxten blir försumbar (Olsson, 2010). I detta försök har det också visat sig att TS halten inte har ändrat sig signifikant under försökstiden (tabell 2). Detta tillsammans gör att vi väljer att presentera resultaten i form av sockerhalt.

Resultaten tyder på att betor till viss del kan läka efter frost. Tabell 2 nedan visar att sockerhalten stiger något om än inte signifikant de efterföljande veckorna efter frost. Att betorna har en tendens att läka syns även tydligt på fotografier som tagits vid varje skördetillfälle, se figur 7.



Figur 7. Bildserie av klivna betor från de olika upptagningstillfällena, det går att se skillnaden från den första frosten (3/11-15/11) till den andra (27/11) där betorna ser ut att ha en tendens till att läka. Foton: Anders Mårtensson.

Ett viktigt resultat är att sockerhalten är stabil eller till och med ökar när vädret slår om vilket gäller både ledet som lagrats samt det direktlevererade ledet, därför har det visat sig fördelaktigt att vänta med skörden, speciellt om vädret är torrt (se figur 8 och tabell 2). Temperatur- och sockerhalts-figuren nedan visar också att betorna i alla fall skall tas upp innan nästa frost kommer.



Figur 8. Sockerhalt i de lagrade proverna samt lägsta dygnstemperatur.

Att betorna tar skada av frosten kan dock ses då det togs upp betor den 3/11 på det berörda fältet, då gårdens prover visade en sockerhalt på 18,9 % (n=8) data ej inkluderat i tabell.

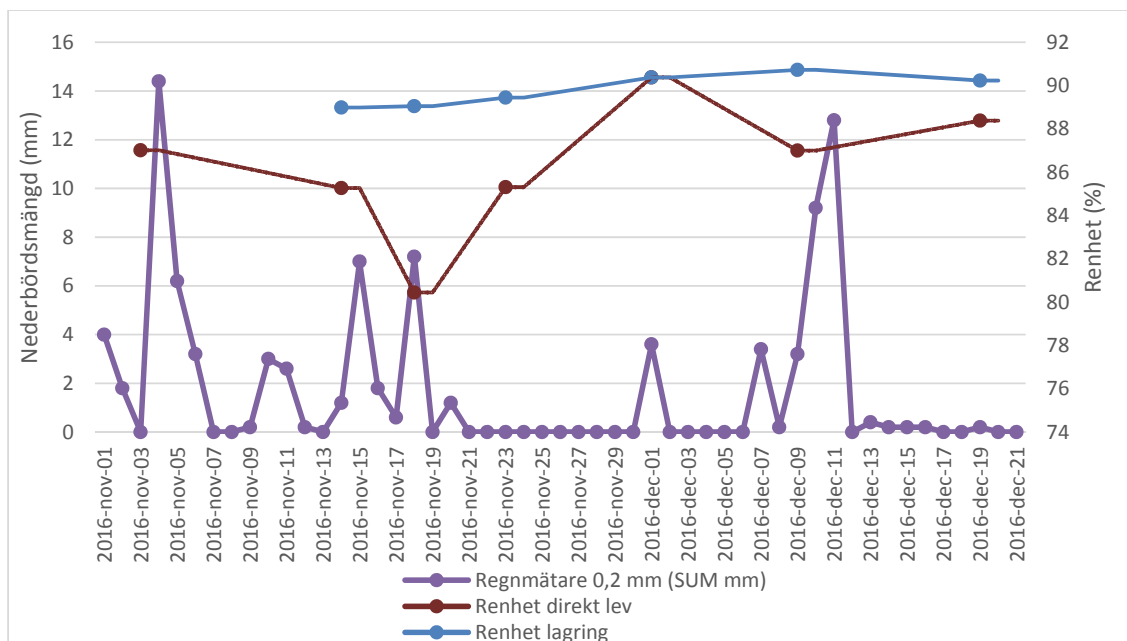
Tabell 2. Resultat från analyserna samt statistisk beräkning från lagrade (L) och direktlevererade betorna (DL).

	Datum	Socker %	Renhet %	K/N	Blåtal	Invertsocker mmol/100g	Torrsubstans %
1	DL 14 nov	18,4	86,4	3,3	5	0,7	
4	DL 18 nov	18,6	80,4	3,4	3	0,8	
6	DL 23 nov	18,4	85,3	3,4	6	0,9	
8	DL 01 dec	17,7	90,4	3,6	7	0,6	
10	DL 09 dec	17,6	87,0	3,5	5	0,9	
12	DL 19 dec	17,4	88,4	3,4	5	0,9	21
LSD		0,3	2,2	-	1	-	
CV		1,5	2,2	4,8	17,4	38,7	
PROB		<0,001	<0,001	ns	<0,001	ns	

3	L 14 nov	17,7	89,0	3,4	8	0,8	19
2	L 18 nov	17,8	89,1	3,5	8	0,9	20
5	L 23 nov	17,9	89,9	3,4	7	1,1	20
7	L 01 dec	17,8	90,4	3,5	7	0,8	20
9	L 09 dec	17,2	90,7	3,4	7	0,9	20
11	L 19 dec	17,0	90,2	3,4	6	1,1	20
LSD		0,3	-	-	1	-	-
CV		1,6	1,3	3,3	13,1	21,1	3,7
PROB		<0,001	ns	ns	<0,005	ns	ns

Renhet

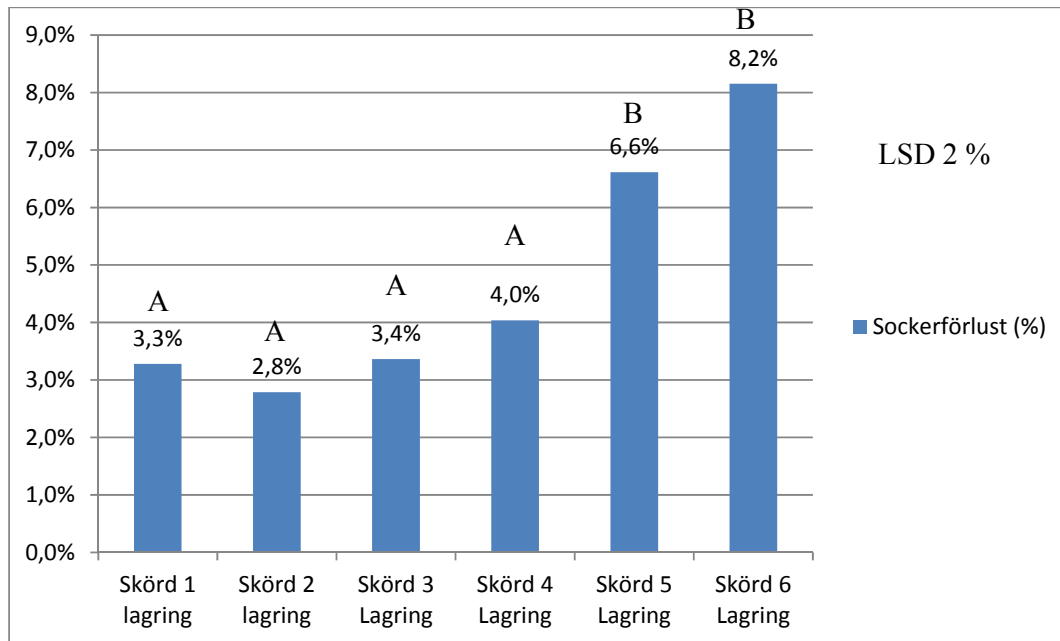
Resultaten från renheten visar att väderomständigheterna spelar stor roll vid upptagningen. Det direktlevererade ledet påverkas kraftigt av väderförhållandena innan upptagning och vi kan se signifikanta skillnader i fem av sex prov till det lagrade ledets fördel jämförelsevis mot det direktlevererade. Mellan skördarna den 18/11 så var det en differens på hela 8,6 procentenheter och vid skörden den 1/12 var differensen nere på 0 %. Detta förklaras med nederbördsmängderna som kom strax innan den 18/11 och sedan blev det uppehåll i nästan 14 dagar, som förklarar renheten i skörden början på december. De lagrade betorna når en mycket jämnare renhet och efter att det har kommit mycket nederbörd så skiljer det endast 1,7 %, vilket inte är en signifikant skillnad mellan det provet med lägst renhet till det med högst. Detta visar att vid rätt yttre omständigheter går det att direktleverera betor med lika hög renhet som lagrade. Detta trots att vi är inne i andra halvan av november. Är vädret stabilt (ingen nederbörd i prognosen) och risken för nattfrost är liten då bör upptagning vänta för att vinna renhet. Detta går att se tydligt på skörd nummer fyra som låg jämnt med det lagrade ledet efter två veckor med bra väder, se figur 9.



Figur 9. Renhet samt nederbördsmängder under försöksperioden.

Lagring

Lagringen av betorna påverkar sockerhalten tydligt i detta försök ($p < 0,001$). Skörd efter första frosten (3/11-15/11) men innan den andra gav liknande lagringsförluster (se figur 10). Tidpunkten spelade därmed ingen roll. De två sista upptagningarna gjordes efter andra frosten och har större förluster trots färre daggrader som går att se i tabell 3.

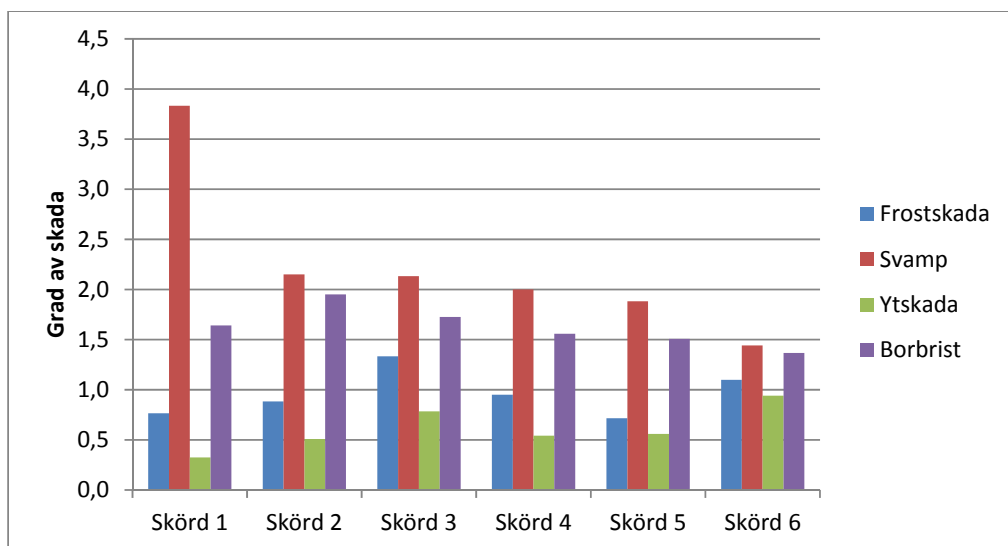


Figur 10. Lagringsförlusterna (%) från försöket utan renheten medräknat. De olika skördedatumen går att utläsa i stigande ordning i tabellen nedan.

Tabell 3. Daggrader i lagrade betor samt graderna som betorna kvar i fält fått utstå, graderna uträknade efter temploggar i lagringslådorna och väderstation i direkt anslutning till fältet. Antalet daggrader utgår från 0 °C.

Skördedatum	Daggrader lagring	Daggrader fält	Daggrader lagring och fält
161114	313		313
161118	289	23	313
161123	252	59	311
161201	215	91	306
161209	187	119	306
161219	148	147	295

Vid den okulära graderingen visade resultatet att det fanns en tendens ($p < 0,083$) till mer svampangrepp på de betor som hade lagrats längst, främst tydligt mellan skörd ett och två (se figur 11). Det gäller att ha i åtanke att under detta försök lagrades betorna i lådor om endast 20 betor per låda och förvarades i en maskinhall. Hade betorna istället lagrats i en stuka där betor varit frostangripna och blivit täckta med exempelvis plast som inte andas så är det mycket möjligt att resultatet hade blivit annorlunda.



Figur 11. Gradering av lagringsbetor, svamp skala 0–10 och övriga 0–5. Inga av resultaten är signifikanta i detta diagram. Sockerförlusterna var högre i de två sista skördarna än i de fyra första trots att det inte syns något på betorna. Skördedatumen går att utläsa i tabellen nedan i stigande ordning.

Ekonomi

Ett ekonomiskt optimum när det, med facit i hand skulle varit rätt att skörda betorna har räknats ut i tabell 4. Uträkningen har gjorts enligt det ramavtal som betodlarna tecknat med fabriken för 2017. Det har tagits hänsyn till, tilläggen för sockerhalt och renhet. Skörden är satt till 93 ton/ha, vilket är den skörd som skördades på fältet den 3 november, då de sista betorna i 5T parcellerna skördades. Det har ej tagits hänsyn till pristillägget ”sen leverans” som tillkommer från den 1 december då detta anses vara icke relevant i frågeställningen.

Tabell 4. Intäkter per hektar sett från de olika skördetillfällena om fältets betor hade fått stå kvar i marken. Skörd 0 är gårdens sista egna skörd. Direktlevererade leden den 14 november som referenspunkt. DL= Direktlevererade betor, L= Lagrade betor.

	Datum	Rot t/ha	Socker %	Socker t/ha	Socker Relativ	Renhet %	Ekonomi kr/ha	Ekonomi kr/ha
0	DL 03 nov	93,0	18,9	17,6	103	87,0	27 034	2 138
1	DL 14 nov	93,0	18,4	17,1	100	85,3	24 896	0
2	DL 18 nov	93,0	18,6	17,3	101	80,4	23 098	-1 798
3	DL 23 nov	93,0	18,4	17,1	100	85,3	24 943	47
4	DL 01 dec	93,0	17,8	16,5	97	90,4	25 967	1 071
5	DL 09 dec	93,0	17,6	16,3	96	87,0	23 999	-898
6	DL 19 dec	93,0	17,4	16,2	95	88,4	24 386	-510
7	L 14 nov	93,0	17,8	16,5	97	89,1	25 362	466
8	L 18 nov	93,0	17,7	16,5	96	89,0	25 316	420
9	L 23 nov	93,0	17,9	16,7	97	89,5	25 982	1 086
10	L 01 dec	93,0	17,8	16,5	97	90,4	25 967	1 071
11	L 09 dec	93,0	17,2	16,0	94	90,7	25 069	172
12	L 19 dec	93,0	17,1	15,9	93	90,2	24 402	-494

DISKUSSION

Sockerhalt

Studien visade att sockerbetan endast har en tendens till att läka utifrån de väderomständigheter som var i november och december 2016. Enligt tidigare försök som gjorts i England så har de undersökt hur många dygn betan klarar av en viss frosttemperatur och vilka skador som det orsakar (Milford et al, 2002). Detta försök ger snarlika resultat på att en beta kan klara sig i de temperaturerna som var, men det finns svårigheter i jämförelsen då betorna i mitt försök blev utsatta för en mer ojämn temperatur. Betorna i detta försök blev skadade i nacken precis som i det engelska försöket. Detta stämmer väl överens då det var kallare under en längre tid under den första frostknappen i början av november.

Att betorna klarade den första frostknappen ganska bra kan förklaras med att det fanns ett bra bestånd och att blasten var frisk (Milford et al, 2002). I samband med detta försök så gjorde NBR en studie om vilken roll som nackhöjden har, samt på hur jämt beståndet är. Detta gjordes på fyra olika platser i Skåne där det varit omkring -10 °C. På varje plats var det 40 betor som graderades. Det gjordes dels där betorna stod i ett jämt bestånd, och dels där betor stod mer öppet med någon av sina grannar borta. Nackhöjden mättes ovan jord innan de grävdes upp och klövs på mitten för att mäta hur mycket av betan som var frostskadad, förrutnad samt om det fanns borbrist i betan. Tidigare opublicerade data från NBR visade på att beståndet spelar roll då ett jämt bestånd av betor minskar frostskadorna, men det är nackhöjden ovan jord som har störst betydelse, vilket går att se i tabell 5. Detta resultat stämmer överens med tidigare studier där jordens isolerande effekt visat sig ha stor betydelse (Milford et al, 2002). Det är en väldigt liten del av de betor med låg nackhöjd som har blivit allvarligt frostskadade och det märks på betorna med hög nackhöjd att de blir mer utsatta för frost.

Tabell 5. Medelresultatet från både de bra bestånden samt dåliga. Nackhöjden spelar roll på frostskadorna. Opublicerat material, (NBR, 2016).

Höjd (mm)	% frostskadat
>121	32
106–121	28
91–105	14
76–90	4
<75	2

När den andra frostknappen kom i slutet på november så klarade betorna sig inte lika bra, vilket sågs på sockerhalten som minskade ganska kraftigt efter denna period, se bilaga 2. Detta kan eventuellt förklaras med att blasten som skyddade under första frostperioden nu nästan var helt död och betan hade börjat sätta en ny bladrosett, se figur 12. Det fanns då inget skydd längre, vilket med största sannolikhet har bidragit till större skador. Detta har även studier i Nordamerika visat, när odlare avrått från att blasta betorna innan frost (Draycott, 2006). Liknande resultat har setts i studier med bladsvampsbehandlingar, för att hålla blasten levande, och vilken påverkan detta har på betans frost-tålighet (Olsson, 2010).



Figur 12. Ny bladrosett växer fram efter den döda blasten på betan den 30/11–2016 Foto: Anders Mårtensson.

Renhetens utveckling

I försöket har vi sett en utveckling där betans renhet i november i hög grad påverkas efter hur mycket nederbörd som faller. Det anmärkningsvärda är inte att renheten minskar vid mycket nederbörd utan att renheten ökar ca 10 procentenheter, efter knappt två veckor utan nederbörd på detta fält (23 % ler), se figur 9. Renheten har ökat tydligt i de lagrade betorna, vilket eventuellt kan förklaras med att blöt jord väger mer än torr jord (Larsson, 2008). Den fukt jorden innehöll i lagrings lådorna kan ha tagits upp av betorna men ändå inte inverkat på TS halten som ej har ändrat sig signifikant under försöksperioden. Jordens och betornas fukt kan till viss del även övergått till kondens, då luftfuktigheten i lådorna var väldigt hög under delar av lagringsperioden. Enligt det ekonomiska utfallet så bidrar den ökade renheten vid lagringen till att intäkterna är högre efter lagringen än vad det är i jämförelse med de direktlevererade betorna, se tabell 4.

Lagring

Frågan om att lagra sina betor eller inte är en viktig del att ta ställning till. Resultaten i detta försök visar på att betorna tappar signifikant i sockerhalt, vilket även tidigare studier har visat. Det som sticker ut en del i jämförelse med andra studier är att sockerhalten från de första skördarna ej har minskat så mycket de kanske borde gjort. Betorna som plockades upp den 14 november blev lagrade till den 3 januari, på dessa dagar tappade de endast 3,3 % i sockerhalt, vilket motsvarar 0,06 % per dag, se tabell 2. Detta får anses väldigt bra då tidigare resultat har visat på att en väldigt lyckad lagring ligger på omkring 0,05 % i sockerförlust per dag (Huijbregts et.al, 2013). Dock så har förlusterna blivit 0,51 % per dag för den sista skörden den 19 december. Det som är jämfört då är om betorna skulle blivit upptagna efter första frostillfället och lagrade eller om de skulle lagrats i marken fram till den 19 december och

sen blivit lagrade ovan jord i stuka de sista dagarna. Att inte förlusterna har blivit större vid lång lagring kan ha sin förklaring då de lagrats i lådor i en maskinhall och att de även förvarats relativt torrt. Vid lagring i stuka finns det en betydande risk för värmebildning då det räcker med ett litet parti i stukan är dåligt för att det ska sprida sig till annars friska betor med svamptillväxt i stukan som följd (Skyggeson, 2016). Vad gäller svamptillväxten på betorna så fanns en tendens ($p < 0,083$) till mer svampangrepp på betorna som lagrats längst, se figur 11. Eventuellt hade detta blivit ännu mer om betorna varit lagrade i stuka istället för lådor placerade i en maskinhall.

Hviderup stod i vägskalet under säsongen om de skulle plocka upp resterade betor eller vänta. Det varnades för en frostknepp i början av november men hur kallt skulle det bli? Minusgrader i endast någon/några dagar har inte så stor påverkan på betorna och om vädret i resterande del av november blir bra så skulle detta gynna tillväxten. Gårdens odling 2016 omfattade 112 hektar sockerbetor och totala skörden uppgick till 9800 ton betor. Av dessa var 5000 ton levererade när frosten kom i början på november. Samtliga betor var upptagna innan frosten kom, vilket var rätt beslut med facit i hand. Hade betorna istället stått kvar i marken för senare upptagning i november/december som inte är något ovanligt i området hade den ekonomiska kalkylen blivit annorlunda. Med hjälp av NBR:s schablon vad gäller det ekonomiska utfallet, hade sockerförlusterna som frosten medfört, blivit ett intäktsfall på mellan 1052 och 3936 kr/ha om gården väntat med upptagningen. Detta utslaget på ca 45 %* av arealen så hade den förlorade intäkten blivit någonstans mellan 53 021 och 198 546 kr. Dessutom hade en senare skörd med sämre upptagningsförhållande bidragit till mer packningsskador och antagligen en försämrad skörd på fältet 2017. Hade istället hela betarealen blivit upptagen efter frosten i slutet av november så hade utfallet istället varit mellan 117 824 och 440 832 kr beroende på skördetidpunkt efter frosten.

*5000 ton av gårdens skörd motsvarar 51 % av gårdens betskörd. Detta är räknat på 45 % av arealen då skörden förväntas ligga över medelskörden senare in i säsongen.

Rådgivning i Nederländerna rekommenderar deras odlare att alla betor ska vara upplockade före mitten på november och resultaten i denna studie visar på samma sak, sockerbetan är väldigt känslig för frost (Struijs et al, 2009).

Resultatens säkerhet

Hade flera försök gjorts med frusna betor på olika platser runt om i Skåne med olika förutsättningar vad gäller jordart, etableringsmetod, växtskydd och betsort är det inte alls säkert att förlusterna hade blivit så låga. Tidigare studier har visat på att jorden har olika värmebuffrade förmåga, så skillnad i jordart kan säkert spela roll för hur pass mycket av betan som blir utsatt för frost. Etableringsmetoden kan ha inverkan på hur pass djupt betan rotar sig och växer under jord istället för över jord.

I en sidostudie som gjordes av NBR där frostgraderingar utfördes i fyra olika fält på olika platser i Skåne gick det tydligt att se att det spelar stor roll hur djupt sockerbetan rotat sig i jorden vad gäller frostskadorna. Har betan ett högre motstånd i jorden om det är mer packningsskadat så växer den högre ovan jord istället för under jord. Detsamma gäller planttätheten då ett tätare bestånd är bättre på att isolera betorna från frostangrepp.

Växtskyddets påverkan för att hålla blasten grön länge under säsongen spelar in då död blast inte skyddar betorna nämnvärt (Olsson, 2010).

Sortförsök tillbaka i tiden har även det visat på skillnader i frosttålighet mellan olika sorter och i detta försök användes endast en sort (Orlena, KWS) och utfallet kunde eventuellt blivit annorlunda med andra sorter (Olsson & Olsson, 2007).

Lagringsresultatens säkerhet är också något som kan diskuteras. Under detta försök blev betorna förvarade i en kall maskinhall under torra förhållanden i lådor om 20 betor per låda. Hade de istället blivit förvarade i en stuka så hade resultaten antagligen sett annorlunda ut.

Framtida studier

Det hade varit intressant att göra en upprepning av detta försök på olika platser med olika odlingsförutsättningar. Även att de frostskadade betorna skulle blivit lagade i en stuka för att ta reda på hur respirationen utvecklas när de inte ligger i en maskinhall. Att också göra en bättre kontroll på vad nackhöjden på betorna spelar för roll, är något som skulle vara intressant att följa upp. En fördjupning inom området med hur länge sockerbetan klarar av de olika temperaturerna med fler parametrar så som blast, nackhöjd, sortskillnader och jordart är något som också behöver undersökas ytterligare, då det inte är sista gången som det blir frost i betorna. Vindens kyleffekt bör också påverka hur omfattande skadorna blir på betorna vid minusgrader (SMHI, 2016). Även om det endast är -2 °C i luften, så kan troligen vindens kyleffekt resultera i större skador på betnacken, än vid vindstilla väder. Blasten bör skydda mot vinden men hur mycket?

Vet odlare dessutom med sig att de har sena betleveranser, men ej vill lagra betorna i stuka, då finns det mer att utveckla i framtiden inom detta område.

SLUTSATS

Examensarbetet har med hjälp av litteraturstudier samt egna försök kommit fram till följande.

- Det finns tendenser till att en sockerbeta utsatt för frost kan läka, dock krävs vidare studier för att kunna styrka detta samband.
- Vid frost påverkas sockerhalten i betan negativt.
- Även en frostskadad beta går att lagra med goda resultat, om den lagras torrt och svalt.
- En sockerbeta som lagras under fördelaktiga förhållanden har liknande tendenser vad gäller läkningen som en oskördad sockerbeta.
- Under rådande omständigheter var det ekonomiskt mest lönsamt för odlaren att plocka upp betorna före frostangrepp.
- Det finns tendenser ($p < 0,083$) till ökade svampangrepp vid lång lagring i denna studie.
- Upptagningsförhållanden spelar stor roll på renheten och på tyngre jordar kan skillnader på 10 procentenheter i renhet skilja på knappt två veckor vid olika väderlekar.

REFERENSER

Skriftliga

Draycott, A. P. (2006). *Sugar Beet*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.

Harveson, R., Hanson, L., & Hein, G. (2009). *Compendium of Beet Diseases and Pests*. St. Paul Minnesota: The American Phytopathological Society.

Huijbregts, T. (2009). Vorstbescherming en bewaring. *Annual report 2008, IRS*, 35-39.

Huijbregts, T., Legrand, G., Hoffmann, C., Olsson, R., & Olsson, Å. (2013). *Long-term storage of sugar beet in North-West Europe*. COBRI.

Huijbregts, T. (2008). Sugar beet storage - an overview of Dutch research. *International sugar journal*, 618-624.

Larsson, R. (2008). *Jords egenskaper*. Linköping: Statens Geotekniska Institut.

Milford, G., Armstrong, D., & Patchett, M. (2002). FROST damage to sugar beet - estimating the risk. *British sugar review No. 3*.

Oldfield, J., Shore, M., Dutton, J., & Houghton, B. (1980). Agricultural factors affecting beet respiration rates. *Proceedings of the 43rd IIRB congress* (ss. 127-128). Brussels: IIRB.

Olsson, R. (2010). Bekämpningsstrategier för bladsvampar i sockerbetor – behandling i förhållande till olika upptagningstidpunkter. Borgeby: Nordic Beet Research.

Olsson, R. (2011). Lagring och frostskydd - vad vet vi? *Betodlaren nr. 3*, s. 46.

Olsson, Å., & Olsson, R. (2007). Hur påverkas betor i mark och stuka av frost. *Betodlaren nr. 3*, ss. 35-38.

PETO, F. (1952). Effect of Frost on Sugar Content in Beet. *General Meeting-American society of Sugar Beet Technologists no. 7* (s. 108). Vancouver, B.C.: British Columbia Sugar Refining Company.

Rydén, A., & Olsson, R. (2007). Yttre betkvalite vid sen upptagning. *Betodlaren nr. 3*, ss. 28-32.

Skyggeson, J. (2016). Ytfuktens inverkan på sockerbetans lagringsduglighet vid minusgrader. Alnarp: SLU.

Struijs, J., Jaspers, M., & van Dijk, M. (2009). Methods used in the Netherlands to limit frost-damage and to process frost-damage beets. *Sugar Industry*, 641-644.

Internet

SMHI, (2016)

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/vindens-kyleffekt-1.259>

Tillgängligt [2017-05-02]

BILAGA 1



Figur 13. Betor utsatta för frost, 17/11-2016. Foto: Anders Mårtensson.



Figur 14. Blasten blivit påverkad av frosten och börjar hänga, 17/11-2016. Foto: Anders Mårtensson.

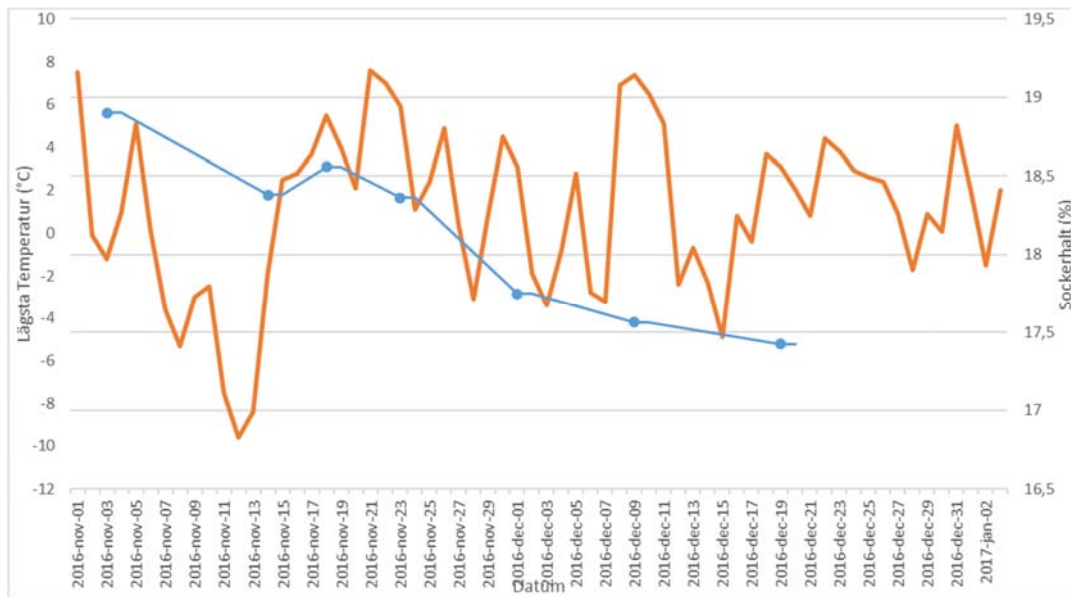


Figur 15. Frostskadad beta från närliggande fält, växte högt över marken i dåligt bestånd. Foto: Anders Mårtensson.



Figur 16. Blasten vissnar samtidigt som en ny liten blastrosett träder fram, 30/11-2016. Foto: Anders Mårtensson

BILAGA 2



Figur 16. Lägsta temperaturer och sockerhalt från de olika skördarna samt gårdens egna sista skörd (3/11).

